



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 45 927 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
G 01 N 27/409

⑳ Aktenzeichen: 198 45 927.0
㉒ Anmeldetag: 6. 10. 1998
㉔ Offenlegungstag: 13. 4. 2000

DE 198 45 927 A 1

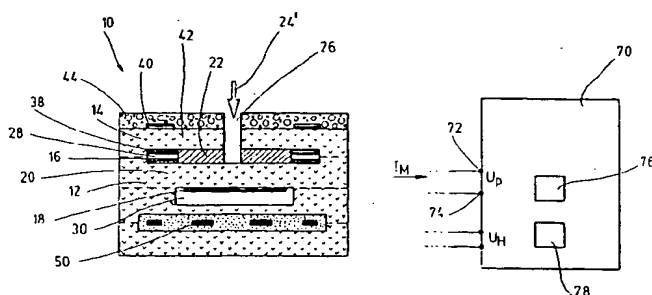
㉑ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:
Diehl, Lothar, Dr., 70499 Stuttgart, DE; Bareiss,
Alexander, 87509 Immenstadt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

㉓ Verfahren zum Prüfen eines Meßfühlers

㉔ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Prüfen eines Meßfühlers zum Bestimmen einer Sauerstoffkonzentration in einem Gasgemisch, der eine der Sauerstoffkonzentration entsprechende, von einer Nernst-Meßzelle gelieferte Detektionsspannung bereitstellt, die von einer Schaltungsanordnung ausgewertet wird, wobei die Detektionsspannung zwischen einer ersten, dem Gasgemisch ausgesetzten Elektrode und einer zweiten, einem Referenzgas ausgesetzten Elektrode, abgegriffen wird. Es ist vorgesehen, daß der Meßfühler (10) auf Betriebstemperatur erwärmt wird, und daß die Nernst-Meßzelle (12) mit einer konstanten Prüfspannung (U_p) und einem Gasgemisch (24') mit definierter Sauerstoffkonzentration beaufschlagt wird und ein Meßstrom (I_M) der Nernst-Meßzelle (12) ausgewertet wird.



DE 198 45 927 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Prüfen eines Meßfühlers zum Bestimmen einer Sauerstoffkonzentration in einem Gasgemisch, mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen.

Stand der Technik

Meßfühler der gattungsgemäßen Art sind bekannt. Derartige Meßfühler dienen dazu, über die Bestimmung der Sauerstoffkonzentration in dem Abgas von Verbrennungskraftmaschinen die Einstellung eines Kraftstoff-Luft-Gemisches zum Betreiben der Verbrennungskraftmaschine vorzugeben. Das Kraftstoff-Luft-Gemisch kann im sogenannten fetten Bereich vorliegen, das heißt, der Kraftstoff liegt im stöchiometrischen Überschuß vor, so daß im Abgas nur eine geringe Menge an Sauerstoff gegenüber anderen teilweise unverbrannten Bestandteilen vorhanden ist. Im sogenannten mageren Bereich, bei dem der Sauerstoff der Luft in dem Kraftstoff-Luft-Gemisch überwiegt, ist eine Sauerstoffkonzentration in dem Abgas entsprechend hoch.

Zur Bestimmung der Sauerstoffkonzentration im Abgas sind sogenannte Lambda-Sonden bekannt, die im mageren Bereich einen Lambdawert >1 , im fetten Bereich einen Lambdawert <1 und im stöchiometrischen Bereich einen Lambdawert $=1$ detektieren. Eine Nernst-Meßzelle des Meßfühlers liefert hierbei in bekannter Weise eine Detektionsspannung, die einer Schaltungsanordnung zugeführt wird.

Bei einem bekannten Aufbau des Meßfühlers ist eine Elektrode der Nernst-Meßsonde dem zu überwachenden Gasgemisch (Abgas) ausgesetzt und eine zweite Elektrode einem Referenzgas. Die Elektroden sind hierbei auf gegenüberliegenden Seiten eines Festelektrolyten angeordnet. Aufgrund der in dem zu messenden Gasgemisch vorhandenen Sauerstoffkonzentration stellt sich ein Sauerstoffkonzentrationsunterschied zwischen den Elektroden ein. Die Nernst-Meßzelle wird mit einem konstanten Strom beaufschlagt, wobei sich aufgrund des vorhandenen Sauerstoffkonzentrationsunterschiedes an den Elektroden eine bestimmte Detektionsspannung einstellt. Mit Ansteigen oder Abfallen der Sauerstoffkonzentration in dem zu messenden Gasgemisch fällt die Detektionsspannung ab beziehungsweise steigt an.

Es ist bekannt, derartige Meßfühler als planare Breitband-Lambdasonden in einer sogenannten Dickschichttechnik herzustellen. Hierbei werden die einzelnen Funktionselemente des Meßfühlers schichtförmig übereinander angeordnet und strukturiert. Dieser Schichtaufbau wird beispielsweise durch Foliengießen, Stanzen, Siebdrucken, Laminieren, Schneiden, Sintern oder dergleichen erhalten. Es hat sich herausgestellt, daß aufgrund von fertigungsbedingten Verunreinigungen in einem Referenzraum des Meßfühlers ein unterschiedlicher Referenzgasverbrauch auftreten kann. Da jedoch zum Erzielen einer genauen Detektionsspannung während des bestimmungsgemäßen Einsatzes der Meßfühler ein Referenzluftverbrauch einen wesentlichen Einfluß auf die Detektionsspannung hat, unterliegen die an sich mit gleichen Verfahrensschritten hergestellten Meßfühler einer Streuung in ihrem Ausgangssignal.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Prüfen eines Meßfühlers mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen bietet den Vorteil, daß eine exakte Einordnung der Meßfühler nach der Fertigung erfolgen kann. Dadurch, daß die Nernst-Meß-

zelle mit einer konstanten Prüfspannung und einem Gasgemisch mit definierter Sauerstoffkonzentration beaufschlagt wird und ein sich über der Zeit einstellender Meßstrom der Nernst-Meßzelle ausgewertet wird, kann in einfacher Weise ein Referenzluftverbrauch von Verunreinigungen im Referenzraum ermittelt werden.

Durch die Ermittlung von Verunreinigungen im Referenzraum des Meßfühlers, die beispielsweise von Fettbelägen, Stanzöl, Handschweiß oder dergleichen herrühren können, läßt sich eine Oxidation dieser Verunreinigung bei einer späteren Erwärmung, insbesondere bei dem bestimmungsgemäßen Einsatz der Meßfühler vorhersagen. Durch die erfindungsgemäße Überprüfung kann sehr vorteilhaft eine Fertigungsüberwachung auf eventuell vorhandene Referenzluftverbraucher (Verunreinigungen), eine Chargenfreigabe oder eine Stoffselektion erfolgen. Aufgrund des sich einstellenden Prüfstromes, bei konstanter Prüfspannung und anliegendem Gasgemisch mit konstanten Sauerstoffkonzentrationen, lassen sich die eventuell vorhandenen Verunreinigungen in verschiedene Kategorien einteilen. Vorzugsweise lassen sich diese in dauernde Verbraucher und sich erschöpfende Verbraucher einteilen. Werden derartige Referenzluftverbraucher (Verunreinigungen) ermittelt, kann bei der Einteilung in dauernde Verbraucher die überprüfte Charge aussortiert und als Ausschuß deklariert werden. Bei der Feststellung von sich erschöpfenden Verbrauchern kann, beispielsweise durch ein sogenanntes Ausheizen der sich erschöpfende Referenzluftverbraucher eliminiert werden, so daß die Meßfühler anschließend zum Gebrauch freigegeben werden können. Ferner läßt sich durch die Überprüfung auf vorhandene Referenzluftverbraucher (Verunreinigungen) auf eventuelle Ursachen für das Entstehen dieser Verunreinigungen schließen, die beim Herstellungsprozeß durch deren Kenntnis abstellbar sind.

Während des Prüfens des Referenzluftverbrauches werden die Meßfühler mit einer definierten Wärmeenergie beaufschlagt. Hierdurch lassen sich die späteren Einsatzbedingungen des Meßfühlers, insbesondere wenn diese als Lambdasonden in Kraftfahrzeugen zur Detektion der Sauerstoffkonzentration in Abgasen eingesetzt werden, nachbilden. Ferner wird die Ionenleitfähigkeit des Festelektrolyten eingestellt.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung eines Meßfühlers;

Fig. 2 eine schematische Explosionsdarstellung eines Meßfühlers und

Fig. 3 verschiedene Kennlinien der Überprüfung von Meßführern.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In der **Fig. 1** ist ein Meßfühler **10** in einer Schnittdarstellung durch einen Meßkopf gezeigt. Der Meßfühler **10** ist als planarer Breitband-Meßfühler ausgebildet und besteht aus einer Anzahl einzelner – anhand der Explosionsdarstellung in **Fig. 2** näher gezeigter – übereinander angeordneter Schichten. Hierbei sind gleiche Teile wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** jeweils mit gleichen Bezugszeichen versehen. Der Schichtaufbau des Meßfühlers **10** wird durch aufeinander-

folgende Strukturierungsschritte, beispielsweise durch Folien gießen, Stanzen, Siebdrucken, Laminieren, Schneiden, Sintern oder dergleichen erhalten. Auf die Erzielung des Schichtaufbaus soll im Rahmen der vorliegenden Beschreibung nicht näher eingegangen werden, da dieses bekannt ist.

Der Meßfühler 10 dient der Bestimmung einer Sauerstoffkonzentration in Gasgemischen, insbesondere in Abgasen von Verbrennungskraftmaschinen, um ein Steuersignal zur Einstellung eines Kraftstoff-Luft-Gemisches, mit dem die Verbrennungskraftmaschine betrieben wird, zu erhalten. Der Meßfühler 10 besitzt eine Nernst-Meßzelle 12 und eine Pumpzelle 14. Die Nernst-Meßzelle 12 besitzt eine erste Elektrode 16 und eine zweite Elektrode 18, zwischen denen ein Festelektrolyt 20 angeordnet ist. Die Elektrode 16 ist über eine Diffusionsbarriere 22 dem zu messenden Abgas 24 (Gasgemisch) ausgesetzt. Der Meßfühler 10 besitzt eine Meßöffnung 26, die mit dem Abgas 24 beaufschlagbar ist. Am Grund der Meßöffnung 26 erstreckt sich die Diffusionsbarriere 22, wobei es zur Ausbildung eines Hohlraumes 28 kommt, innerhalb dem die Elektrode 16 angeordnet ist. Die Elektrode 18 der Nernst-Meßzelle 12 ist in einem Referenzluftkanal 30 angeordnet, der an einem meßgasfernen Ende einer Referenzluftkanalfolie 31 mündet. Innerhalb des Referenzluftkanals 30 ist die Elektrode 18 einem Referenzgas, beispielsweise Luft, ausgesetzt. Der Festelektrolyt 20 besteht beispielsweise aus yttriumoxidstabilisiertem Zirkoniumoxid, während die Elektroden 16 und 18 beispielsweise aus Platin bestehen.

Die Pumpzelle 14 besteht aus einer ersten Elektrode 38 sowie einer zweiten Elektrode 40, zwischen denen ein Festelektrolyt 42 angeordnet ist. Das Festelektrolyt 42 besteht wiederum beispielsweise aus einem yttriumoxidstabilisierten Zirkoniumoxid, während die Elektroden 38 und 40 wiederum aus Platin bestehen können. Die Elektrode 38 ist ebenfalls in dem Hohlraum 28 angeordnet und somit ebenfalls über die Diffusionsbarriere 22 dem Abgas 24 ausgesetzt. Die Elektrode 40 ist mit einer Schutzschicht 44 abgedeckt, die porös ist, so daß die Elektrode 40 dem Abgas 24 direkt ausgesetzt ist.

Der Meßfühler 10 umfaßt ferner eine Heizeinrichtung 50, die von einem sogenannten Heizmäander gebildet ist. Die Heizeinrichtung 50 ist zwischen zwei Isolationsschichten 51 beziehungsweise 53 angeordnet und wird von einer Deckschicht 55 abgedeckt.

Wie der Explosionsdarstellung in Fig. 2 zu entnehmen ist, ist die Elektrode 40 mit einem Anschlußkontakt 56, die Elektroden 16 und 38 mit einem gemeinsamen Anschlußkontakt 57, die Elektrode 18 mit einem Anschlußkontakt 59 und die Heizeinrichtung 50 mit Anschlußkontakten 61 beziehungsweise 63 verbunden.

Die Funktion des Meßfühlers 10 ist folgende: Das Abgas 24 liegt über die Meßöffnung 26 und die Diffusionsbarriere 22 in dem Hohlraum 28 und somit an den Elektroden 16 der Nernst-Meßzelle 12 und der Elektrode 38 der Pumpzelle 14 an. Aufgrund der in dem zu messenden Abgas vorhandenen Sauerstoffkonzentration stellt sich ein Sauerstoffkonzentrationsunterschied zwischen der Elektrode 16 und der dem Referenzgas ausgesetzten Elektrode 18 ein. Die Nernst-Meßzelle 12 wird mit einem konstanten Strom über ein nicht dargestelltes Steuergerät beaufschlagt. Aufgrund eines vorhandenen Sauerstoffkonzentrationsunterschiedes an den Elektroden 16 und 18 stellt sich eine bestimmte Detektionsspannung U_D ein. Die Nernst-Meßzelle 12 arbeitet hierbei als Lambda-Sonde, die detektiert, ob in dem Abgas 24 eine hohe Sauerstoffkonzentration oder eine niedrige Sauerstoffkonzentration vorhanden ist. Anhand der Sauerstoffkonzentration ist klar, ob es sich bei dem Kraftstoff-Luft-Gemisch, mit dem die Verbrennungskraftmaschine be-

trieben wird, um ein fettes oder ein mageres Gemisch handelt. Bei einem Wechsel vom fetten in den mageren Bereich oder umgekehrt fällt die Detektionsspannung U_D ab beziehungsweise steigt an.

Mit Hilfe des nicht dargestellten Steuergerätes wird die Detektionsspannung U_D zum Ermitteln einer Pumpspannung U_P eingesetzt, mit der die Pumpzelle 14 zwischen ihren Elektroden 38 beziehungsweise 40 beaufschlagt wird. Je nachdem, ob über die Detektionsspannung U_D signalisiert wird, daß sich das Kraftstoff-Luft-Gemisch im fetten oder mageren Bereich befindet, ist die Pumpspannung U_P negativ oder positiv, so daß die Elektrode 40 entweder als Kathode oder Anode geschaltet ist. Entsprechend stellt sich ein Pumpstrom I_P ein, der über eine Meßeinrichtung des Steuergerätes meßbar ist. Mit Hilfe des Pumpstromes I_P werden entweder Sauerstoffionen von der Elektrode 40 zur Elektrode 38 oder umgekehrt gepumpt. Der gemessene Pumpstrom I_P dient zur Ansteuerung einer Einrichtung zur Einstellung des Kraftstoff-Luft-Gemisches, mit dem die Verbrennungskraftmaschine betrieben wird.

Die Schaltungsanordnung 50 ist mit einer Heizspannung U_H beaufschlagbar, so daß die Heizeinrichtung 50 entweder zu- beziehungsweise abschaltbar ist. Durch die Heizeinrichtung 50 ist der Meßfühler 10 auf eine Betriebstemperatur von über zirka 300°C bringbar.

Nachfolgend wird davon ausgegangen, daß die Meßfühler 10 in einer Massenfertigung hergestellt werden, wobei sich aufgrund von schwankenden Prozeßbedingungen und/oder schwankender Materialeigenschaften Meßfühler 10 mit unterschiedlichen Kennlinien ergeben. Diese Streuung der Kennlinien der Meßfühler 10 wird insbesondere durch einen unterschiedlichen Referenzluftverbrauch einzelner Elemente des Meßfühlers 10 bewirkt. Um die hergestellten Meßfühler 10 in wählbare Kategorien, die jeweils nur eine maximale Streuung der Kennlinien aufweisen, einordnen zu können, werden diese mit dem erfindungsgemäßen Prüfverfahren, das nachfolgend erläutert wird, geprüft.

Während der Prüfung der Meßfühler 10 werden diese mit einem Meßgas 24' beaufschlagt, das eine bekannte definierte Sauerstoffkonzentration besitzt. Gleichzeitig wird über eine Prüfeinrichtung 70 an die Elektroden 16 und 18 der Nernst-Meßzelle 12 eine definierte Prüfspannung U_P gelegt. Die Prüfspannung ist so zu wählen, wie die Nernst-Spannung bei den Konzentrationsverhältnissen zwischen dem Meßgas 24' und dem Referenzgasraum sich ergeben würde. Die Elektroden 16 und 18 sind hierzu mit Eingängen 72 beziehungsweise 74 der Prüfeinrichtung 70 verbunden. Eine Meßeinrichtung 76 mißt hierbei einen über die Nernst-Meßzelle 12 fließenden Strom I_M . Der durch die Meßeinrichtung 76 gemessene Strom I_M wird mittels eines Zeitgliedes 78 ausgewertet. Bei dieser Auswertung wird die Tatsache zugrunde gelegt, daß die Sauerstoffkonzentration innerhalb des Meßgases 24', in der Regel Luft, bekannt ist. Ferner ist die Sauerstoffkonzentration des Referenzgases im Referenzgaskanal 30 – zu Beginn der Messung auch noch Luft – ebenfalls bekannt. Ein Sauerstoffkonzentrationsunterschied an der Elektrode 16 und der Elektrode 18 der Nernst-Meßzelle 12 ist ebenfalls bekannt. Wird nunmehr bei identisch aufrechterhaltenem Meßgas 24' innerhalb des Referenzluftkanals 30 Sauerstoff verbraucht, wird durch die Nernst-Meßzelle 12 von der Elektrode 16 über den Festkörperelektrolyten 20 und die Elektrode 18 Sauerstoff in den Referenzluftkanal 30 nachgepumpt. Hierdurch kommt es infolge der weiterhin anliegenden konstanten Prüfspannung U_P zu einer Änderung des Stromes I_M , der durch die Meßeinrichtung 76 detektiert wird. Der Strom I_M ist proportional dem Sauerstoffverbrauch in dem Referenzluftkanal 30.

Anhand der Kennlinien in Fig. 3 soll dieses Prüfverfahren

verdeutlicht werden. Hierbei ist über der Zeit t einerseits der gemessene Strom I_M und der dem gemessenen Strom I proportionale Sauerstoffverbrauch aufgetragen. Beginnend mit dem Zeitpunkt t_0 wird der Strom I gemessen. Aufgrund des zunächst bekannten und konstanten Sauerstoffkonzentrationsverhältnisses wird der Strom I bis zu einem Zeitpunkt t_1 im wesentlichen konstant – ohne O_2 -Verbrauch ist der Strom Null, einzig der Meßstrom des Voltmeters fließt entsprechend dem Innenwiderstand des Meßgerätes – sein. Beginnend mit dem Zeitpunkt t_1 , der beispielsweise bei 15 Minuten liegt, beginnt die Sauerstoffkonzentration in dem Referenzluftkanal 30 zu sinken, so daß ein entsprechendes Nachpumpen von Sauerstoff aus dem Meßgas 24' erfolgt. Dieses Absinken des Sauerstoffgases in den Referenzluftkanal 30 ist abhängig von der Sauerstoffaufnahme der einzelnen Elemente des Meßfühlers 10. Hierbei wird bei unterschiedlichen Meßfühlern 10 ein unterschiedliches Absinken der Sauerstoffkonzentration in dem Referenzluftkanal 30 erfolgen, so daß eine unterschiedliche Menge an Sauerstoff aus dem Meßgas 24' über die Nernst-Meßzelle 12 nachgepumpt wird. Entsprechend dieser nachzupumpenden Sauerstoffkonzentration gibt es einen unterschiedlichen Strom I_M . In Fig. 3 ist dies mit einer Kurvenschar, beginnend ab dem Zeitpunkt t_1 , angedeutet. Jede der Kurven der Kurvenschar steht hierbei für einen anderen Meßfühler 10. Nunmehr wird zu einem Zeitpunkt t_2 der Strom I_M erfaßt und in einen proportionalen Sauerstoffverbrauch A, B beziehungsweise C umgerechnet. Entsprechend des ermittelten Referenzluftverbrauches kann auf vorhandene Verunreinigungen im Referenzluftkanal 30 geschlossen werden. Hierdurch lassen sich insbesondere Fertigungsprobleme erkennen, die zu fertigungsbedingten Verunreinigungen in dem Referenzluftkanal 30 führen. Alles in allem kann somit eine Fertigungsüberwachung durchgeführt werden und gleichzeitig eine chargenweise Freigabe der überprüften Meßfühler 10 erfolgen beziehungsweise die Einstufung der überprüften Meßfühler bei Feststellen von sich nicht verbrauchende Verunreinigungen als Ausschuß erfolgen.

Nach einem weiteren Prüfverfahren kann der Strom I_M über eine Zeitspanne t_1 bis t_2 gemessen werden und anhand des Integrals des sich über die Zeitspanne t_1 bis t_2 ergebenden Stromverlaufs eine Einordnung in die Chargen beziehungsweise Kategorien A, B, C usw. erfolgen.

Ferner wird der Meßfühler 10 während der Prüfung auf Betriebstemperatur erwärmt, um die Ionenleitfähigkeit des Festelektrolyten 20 zu ermöglichen. Dies kann beispielsweise durch Anlegen einer Heizspannung U_H an die Heizeinrichtung 50 erfolgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Prüfen eines Meßfühlers zum Bestimmen einer Sauerstoffkonzentration in einem Gasgemisch, der eine der Sauerstoffkonzentration entsprechende, von einer Nernst-Meßzelle gelieferte Detektionsspannung bereitstellt, die von einer Schaltungsanordnung ausgewertet wird, wobei die Detektionsspannung zwischen einer ersten, dem Gasgemisch ausgesetzten Elektrode und einer zweiten, einem Referenzgas ausgesetzten Elektrode, abgegriffen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßfühler (10) auf Betriebstemperatur erwärmt wird, und daß die Nernst-Meßzelle (12) mit einer konstanten Prüfspannung (U_p) und einem Gasgemisch (24') mit definierter Sauerstoffkonzentration beaufschlagt wird und ein Meßstrom (I_M) der Nernst-Meßzelle (12) ausgewertet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Strom (I_M) zu einem definierten Zeitpunkt

(t_2) erfaßt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Strom (I_M) über eine Zeitspanne (t_1 bis t_2) erfaßt wird und das Integral eines Anstieges des Stromes (I_M) ermittelt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

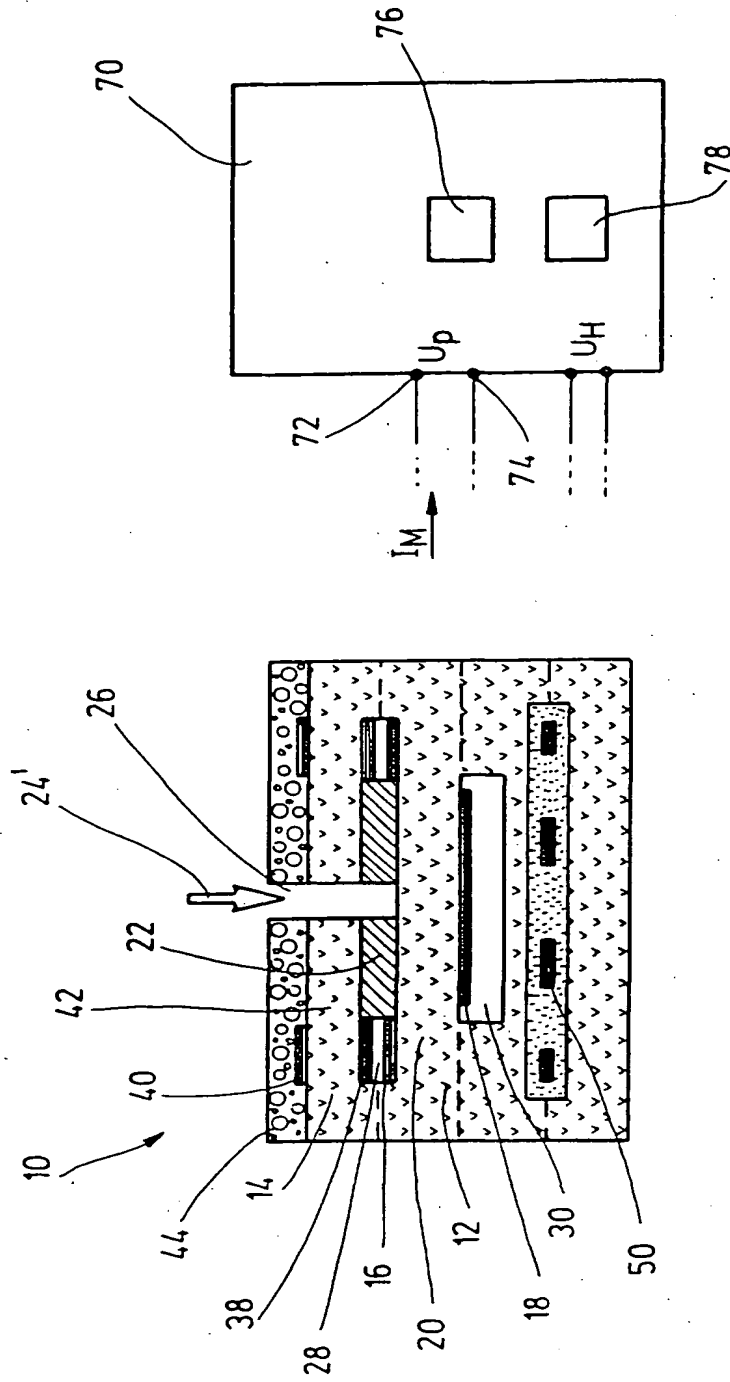


Fig. 1

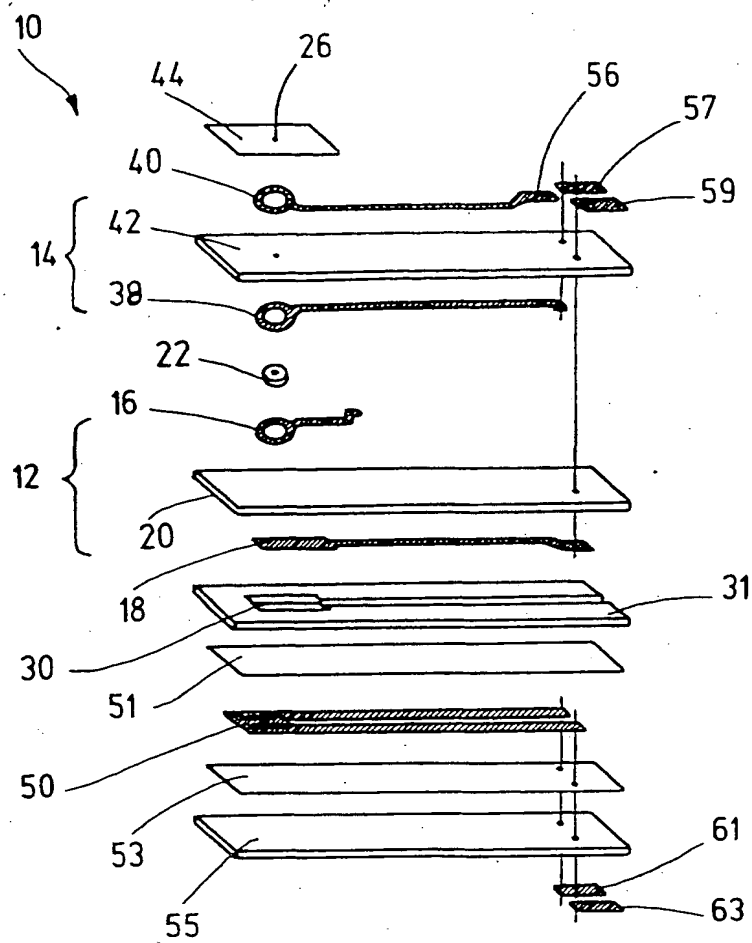


Fig. 2

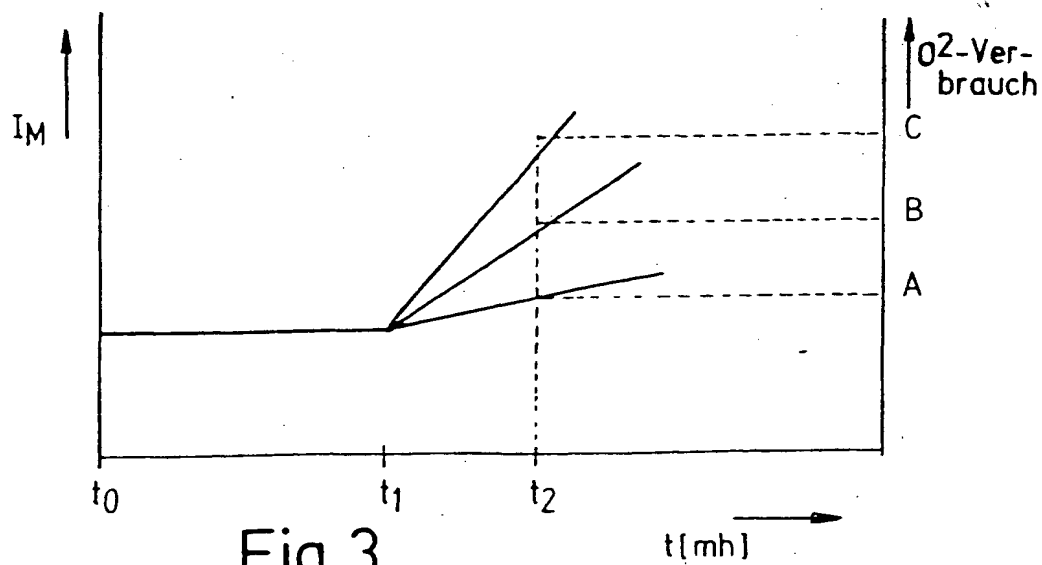


Fig. 3